

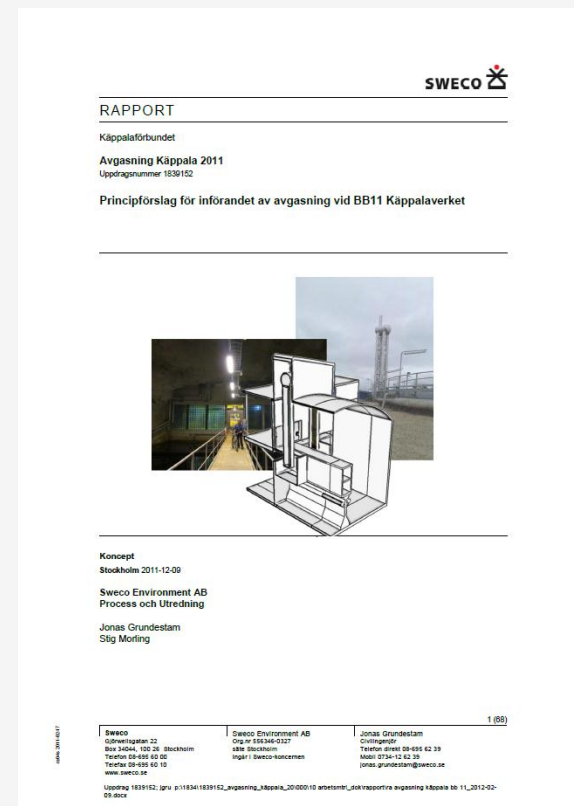


2012-02-17

Avgasning Käppala

Innehåll

- Återblick projekt Avgasning Käppala
- Presentation slutrapport
 - Bakgrund och syfte
 - Organisation
 - Förutsättningar
 - Åtgärder för införandet av avgasning i BB11
 - Hydraulik
 - Processtekniska beräkningar
 - Käppalaverket 900 000 pe
 - Genomförande och anläggningskostnadskalkyl



Återblick Avgasning Käppala

- Anbud 2011-04-18
- Beställning lagd 2011-05-17
- Frågan om licenskostnad kom upp ställd till Biogradex, utdraget svar
- Juni-Juli 2011 Life+ ansökan
- Projektmöte nr 1 med Biogradex på Käppala 2011-06-22, Licensfrågan ej löst
- "Offert" från Biogradex 2011-07-22, Licensfrågan inbakad i ett helhetsåtagande
- Leverans från Biogradex 2011-09-01
- Förutsättningarna klara, Swecos arbete kan börja
- Konceptrapport till Andreas 2011-12-13
- Leverans koncept slutrapport 2012-02-09
- Möte, 2012-02-17

Bakgrund och syfte

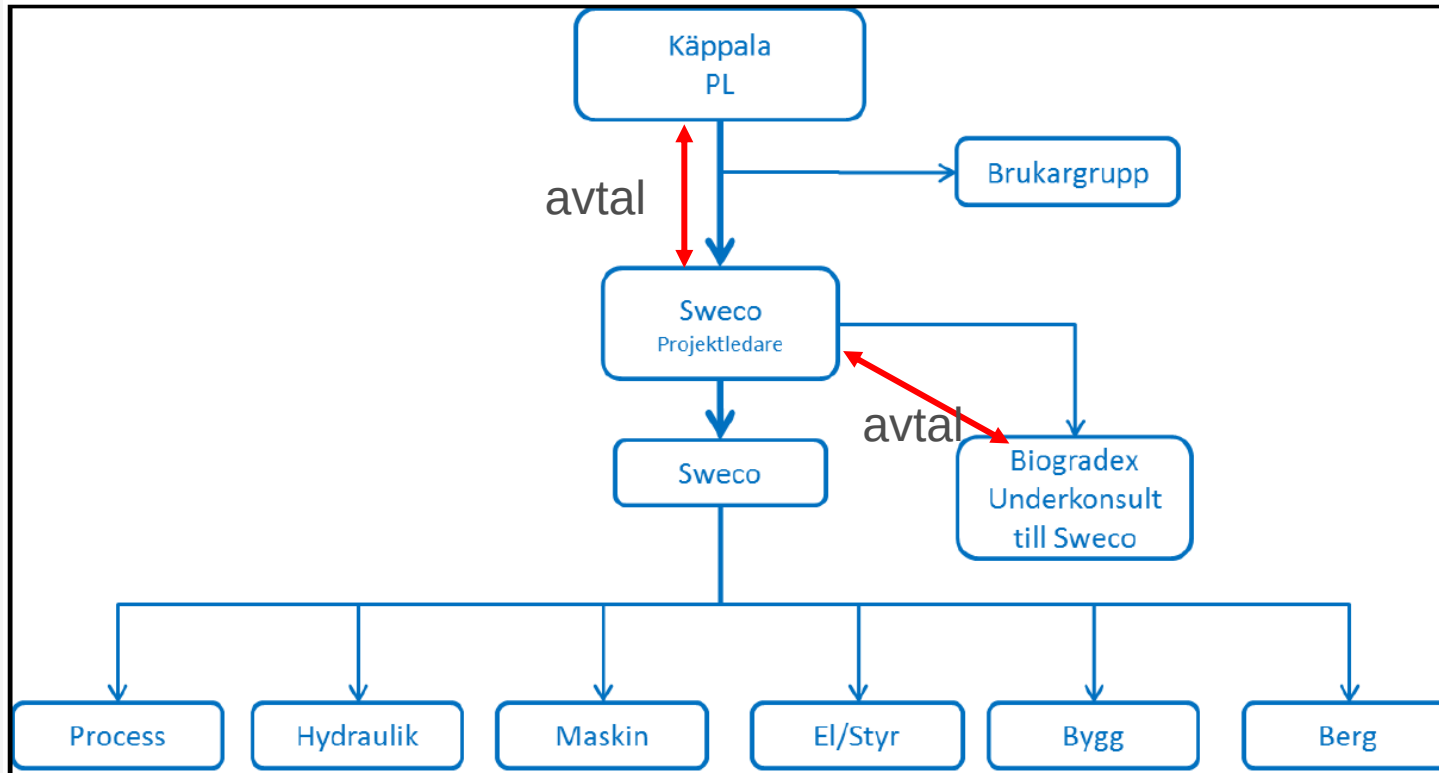
Nya utmaningar för Käppalaverket

- Anslutningen till Käppalaverket ökar, från nuvarande 480 000 pe till 700 000 pe upp till 900 000 pe
- Skärpta reningskrav
- Avgasning av aktivt slam föreslagen processteknisk lösning för att hantera nya utmaningar inom befintliga volymer
- Detta projekt syftar till att ta fram en lösning för införandet av avgasning vid BB11
- Räcker avgasningen till för Käppalaverket 900 000 pe med skärpta krav?

Huvudfrågor för projektet

1. Är avgasningen tillämpbar i BB11 och därmed i resten av anläggningen?
2. Vilka processtekniska förutsättningar finns för införandet av avgasning?
3. Vilka är de bergtekniska förutsättningarna för att införa avgasning och vilka åtgärder och metoder finns som kan användas vid införandet?
4. Hur skulle ett projekt läggas upp med avseende på samarbetsform med det polska företaget Biogradex?
5. Hur ser kostnadsbilden ut för investeringen i avgasningstekniken?
6. Hur ser genomförandet ut för installationen av avgasningstekniken?

Organisation



Biogradex är i projektet underkonsult till Sweco.
Alla avtal med Biogradex står mot Sweco

Fas 1

Slamflock med mikrobubblor av gas.

Trycket minskar, bubblor expanderar och bryter ner flockstrukturen

Fas 2

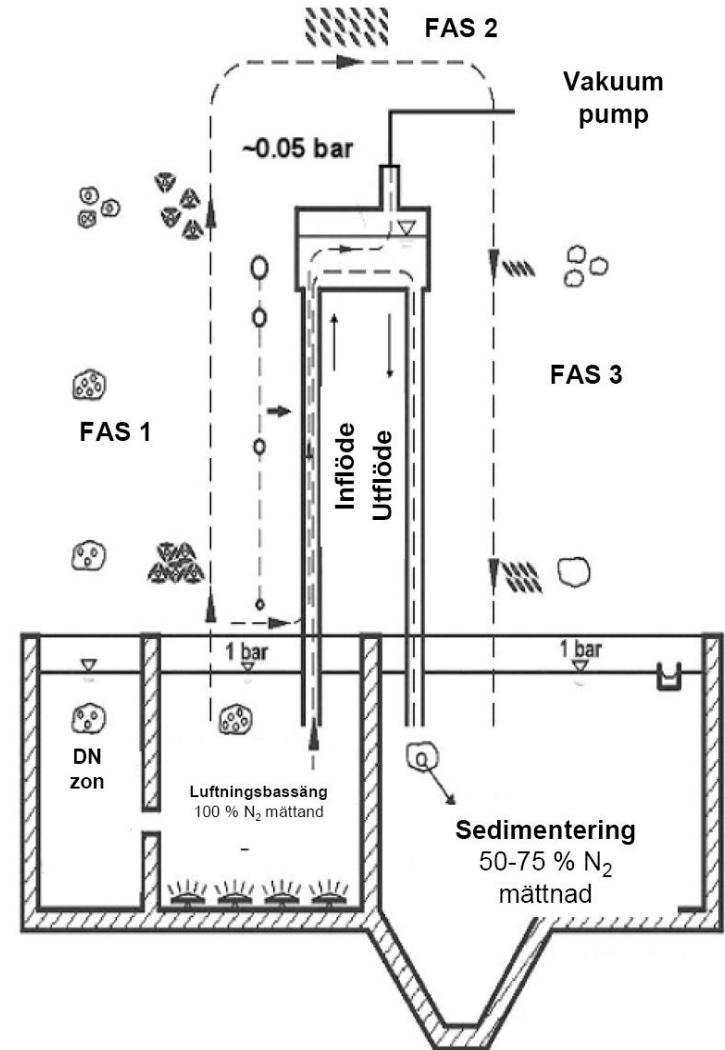
Intensiv omrörning ,snabb tryckminskning 20-25 ggr:

- borttagning av gasmikrobubblor
- koncentrationen gaser som är löst i vätskan minskar
- partiell förstöring av slamflock.

Fas 3

Snabb ökning av trycket 20-25 ggr:

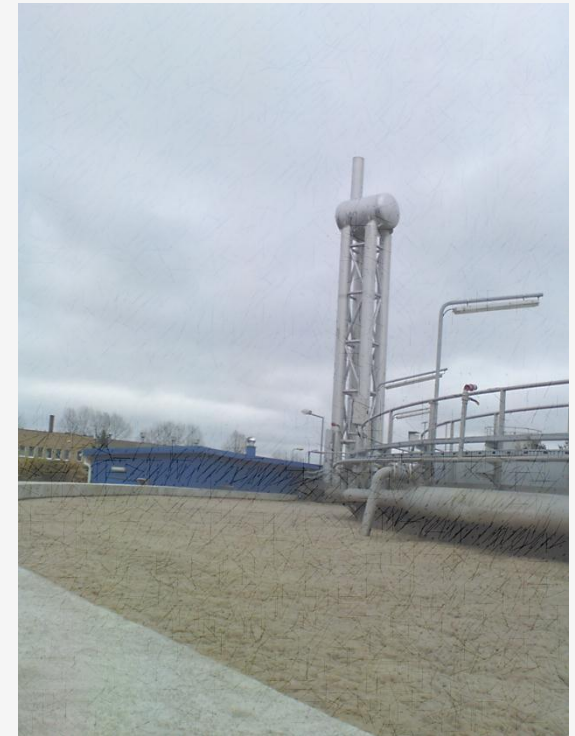
- Återbildning av flockar utan mikrobubblor av gas, omättad lösning.



Patent nr: EP 94931718.4 (2000)

Förutsättningar för införandet av avgasning i BB11

- Ökad hydraulisk belastning på BB11,
 $Q_{\max} 55\,296 \text{ m}^3/\text{d}$
- Uppnå en högre reduktion främst med avseende på kväve (5 mg Tot-N/l)
- Klara detta för en belastning upp till 900 000 pe.
- Inom befintliga volymer, bassänger i BB11 och ES11
- Vakuumsorbet ska placeras mellan BB11 och ES11



Åtgärder för införandet av avgasning i BB11

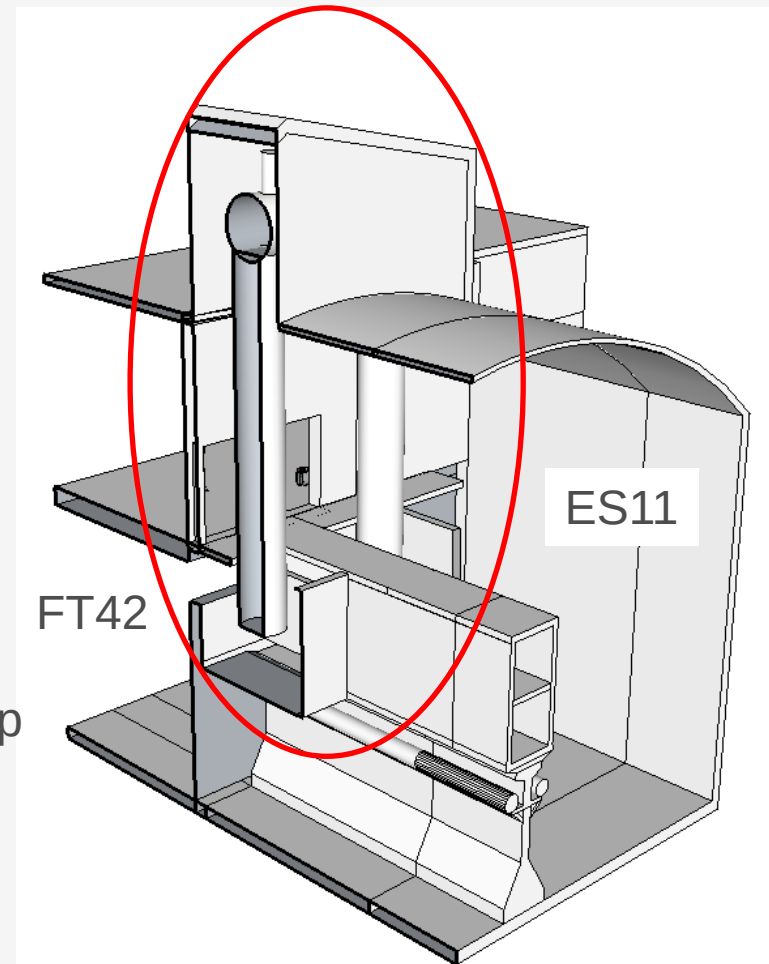
Vald placering av avgasningstornet på norra sidan av ES11 mot B11

Detta kräver följande åtgärder:

- Bergschakt i taket på ES11
- Ny fördelningskanal inloppet till ES11
- Installation av avgasningstorn
- Installation av vakuumpumpar
- Komplettering av slamskrapor i ES11

Utvärderingen önskar:

- Kontroll av inflödet till BB11 - inloppspump



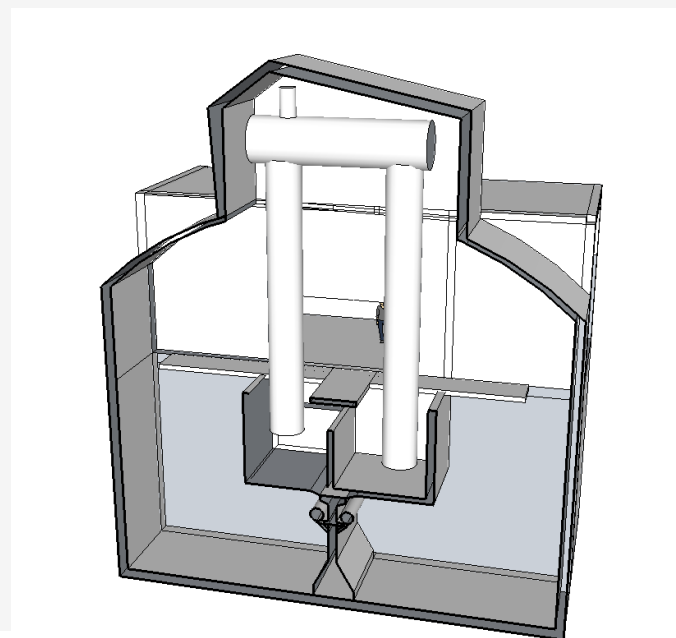
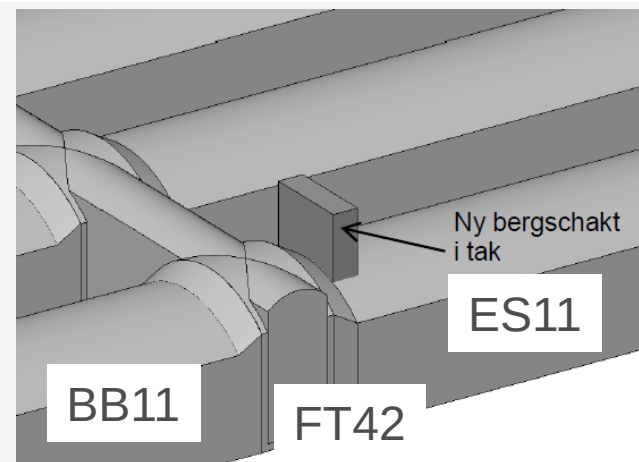
Åtgärder berg

Komplicerade bergarbeten.

Tre olika metoder för bergschakt har utvärderats:

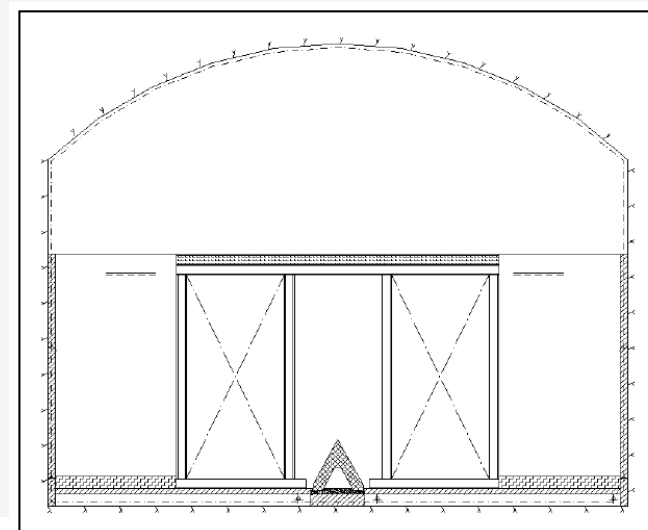
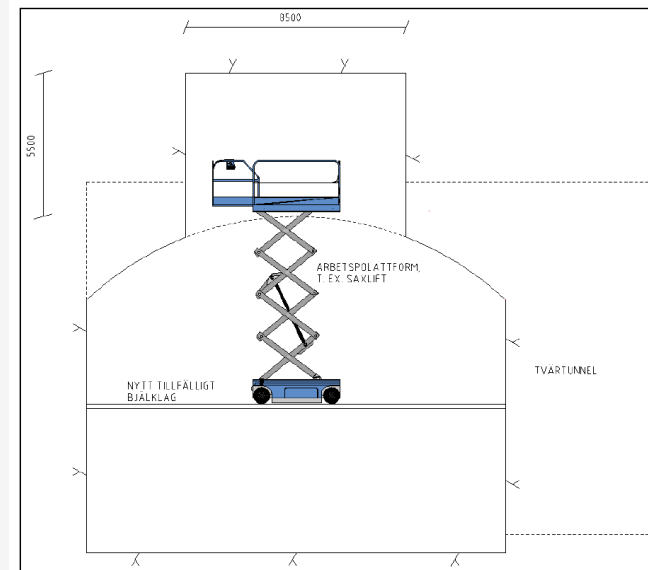
1. Sprängning
2. Hydraulisk spräckning
3. Vajersågning

Metodval har diskuterats med en erfaren entreprenör – **Manuell borrar** och **försiktig sprängning** förespråkas



Åtgärder berg och bygg

- Borring och sprängning utgår från en flyttbar plattform (Saxlift) från en arbetsplattform
- Arbetsplattformen placeras i ES11 och ställs på bassängbotten med lastspredning
- **Nackdel:** Bassängbotten är tunn (100 mm) med dräneringsledningar
- Ev. skador på bottenplatta och dränering måste återställas



Sprängningsförfarande

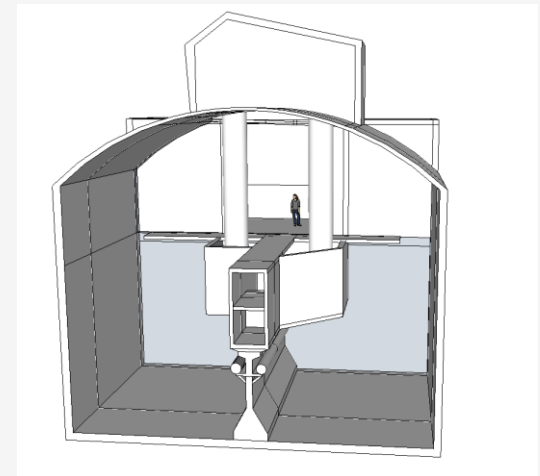
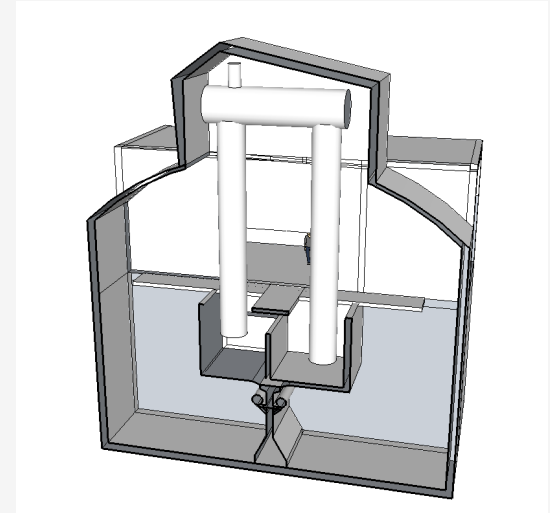
1. Handhållen borrarning från arbetsplattform;
2. Borrhålen laddas med sprängmedel;
3. Arbetsplattform körs bort;
4. Sprängning;
5. Bergmassor faller ner på sprängmattor som skyddar bjälklaget;
6. Utlastning av bergmassor med en mindre lastbil;
7. Arbetsplattform körs fram;
8. Skrotning av löst berg från arbetsplattform.

Arbetscykeln upprepas till nödvändigt hålrum är färdigt.

Efter avslutad bergschakt säkras berget med bergbult och sprutbetong.

Åtgärder bygg

- Vissa delar av befintliga betongkonstruktioner måste rivas
- Befintlig gångbrygga och fördelningskanal med betongpelare
- Befintlig glasbetongvägg och port måste demonteras
- Efter avklarade bergarbeten plats gjuts nya betongkonstruktioner
- Ny fördelningskanal
- Återmontering av glasbetongvägg och port



Åtgärder maskin

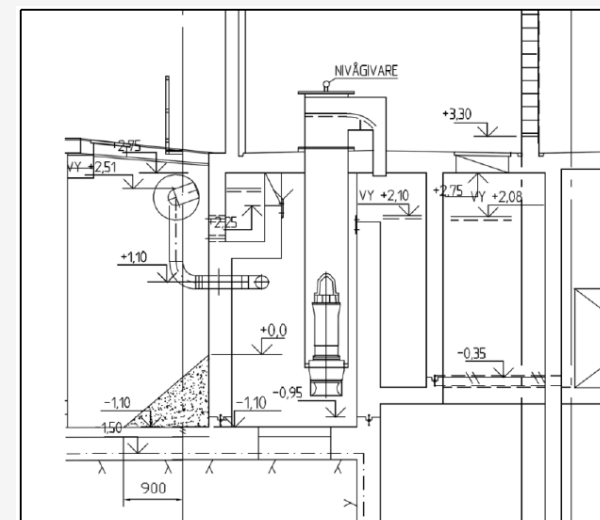
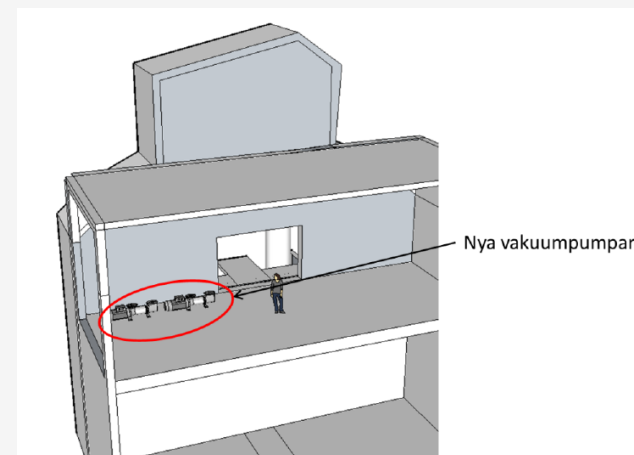
Nödvändiga förutsättningar enligt biogradex

Förutsättning	Kommentar
Returslamflödet måste uppgå till 100 % av Q_{design}	I nuvarande utförande kan returslampumparna köras samtidigt. Detta förväntas inte ge 100 % av Q_{design} , men bedöms ändå vara tillräckligt
Nitratrecirkulationen måste uppgå till 100 % av Q_{design}	Möjligt i nuvarande utformning. Befintlig anläggning kan drivas med 400 % nitratrecirkulation.
Eftersedimenteringen måste utrustas med utrustning för att effektivt avskilja yt slam	Möjligt i nuvarande utformning
Luftningssystemet i luftningsbassängen måste anpassas för en ökad slamhalt och belastning	Luftarsystemets kapacitet bedöms tillräckligt i befintlig utformning.
Returslamflödet ska kunna anpassas efter slammängden i eftersedimenteringen. Inte ett direkt krav men förbättrar driften.	Möjligt i befintlig anläggning via styrsystem
Slamskrapor i eftersedimenteringen måste klara av ett slam med högre TS-halt	Befintliga skrapor kompletteras med nya skrapblad, brythjul och växelmotorpaket

Specificerade förutsättningar kan uppfyllas i befintlig anläggning

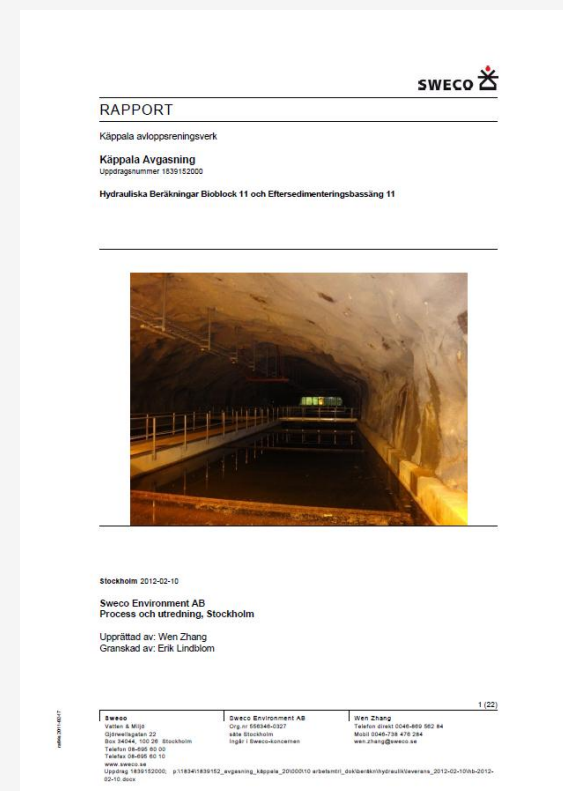
Maskininstallationer

- Avgasningstornet installera i och med att bergschakten är avklarad
- Vakuumpumpar installeras i FT42 i anslutning till ES11
- Slamskrapor i ES11 kompletteras
- Inloppspump till BB11 installeras. Möjliggör kontroll av flödet in till BB11 vilket är en nödvändighet för utvärderingen.



Hydraulik

- Det har konstaterats att det är möjligt att installera ett avgasningstorn mellan BB11 och ES11.
- Biogradex har specificerat en hydrauliskförlust på 0,4 m över tornet.
- Kan BB11 belastas med 2 300 m³/h?
- Hydrauliska beräkningar har utförts för önskat flöde från inlopp BB11 till utlopp ES11



Hydraulisk Beräkningar Bioblock 11 och Eftersedimenteringsbassäng 11

Syfte

- Utredda om $2 \times Q_{\text{dim}}$ kan ledas genom Bioblock 11 och Eftersedimenteringsbassäng 11.

Beräknade flöde

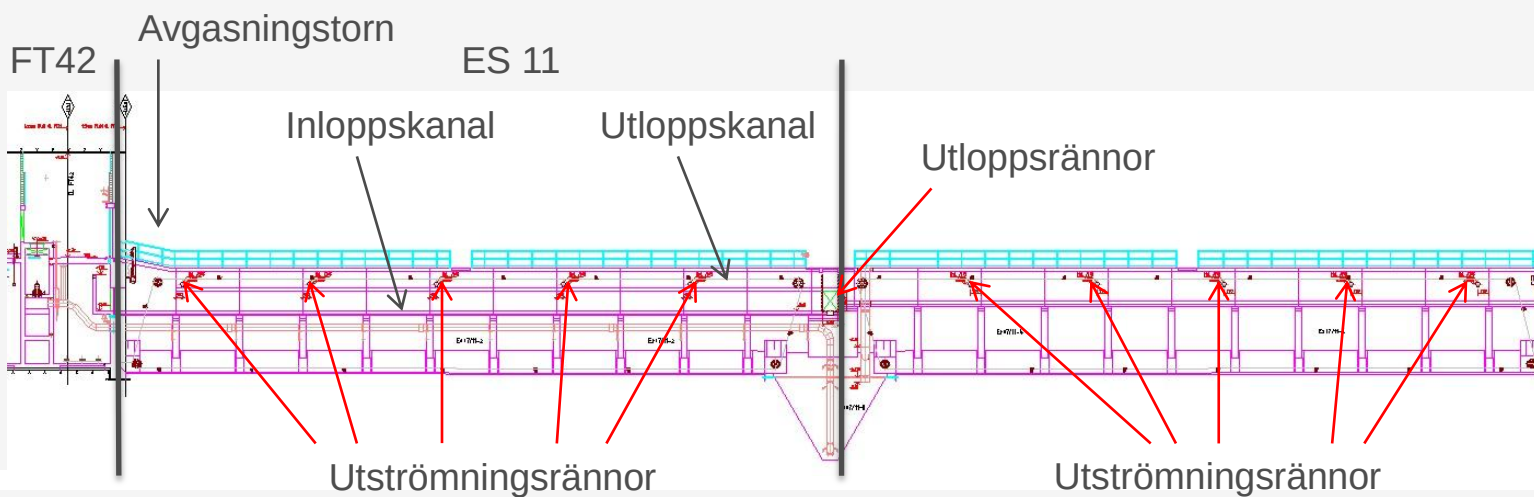
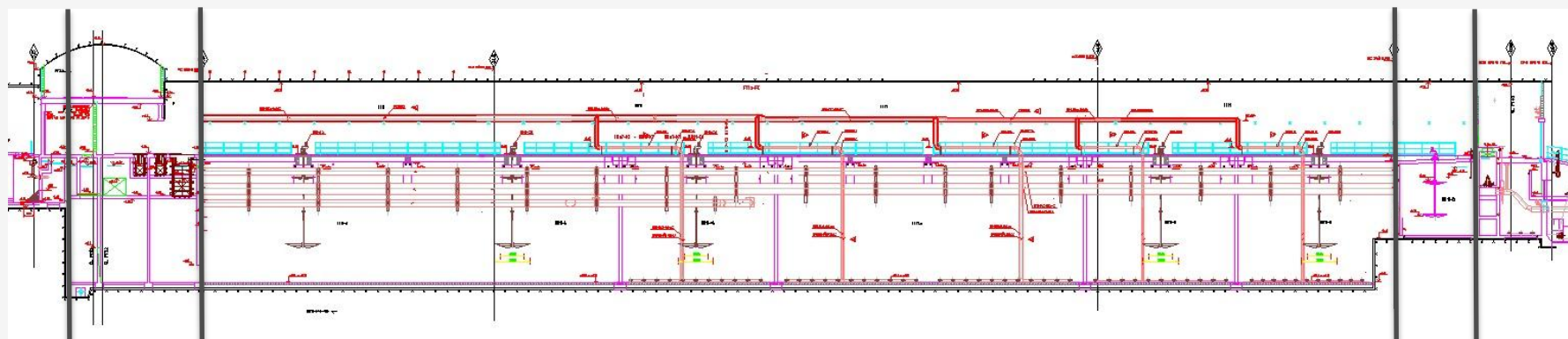
- $Q_{\text{dim}} = 27648 \text{ m}^3/\text{d}$ (1152 m^3/h)
- $Q_{\text{max}} = 2 \times Q_{\text{dim}} = 2304 \text{ m}^3/\text{h}$
- Nitratrecikulation: $4 \times Q_{\text{dim}}$
- Returslam: Q_{dim}
- Maxflöde i BB11: $7 \times Q_{\text{dim}}$
- Maxflöde i ES11: $3 \times Q_{\text{dim}}$

Inlopp

BB11

BB11-
Deox-zon

FT42



SWECO

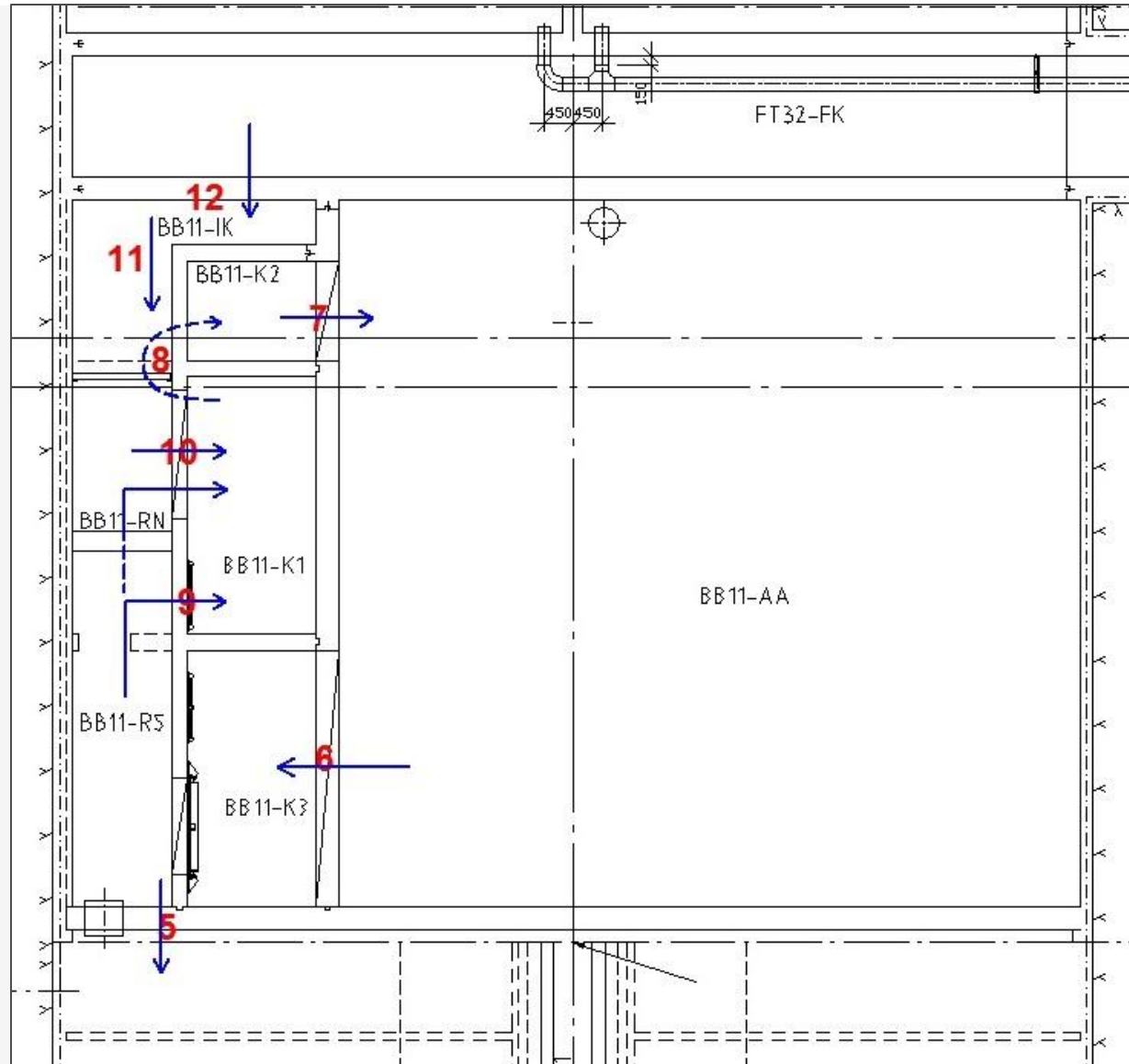
– FT 32

– K1

– K2

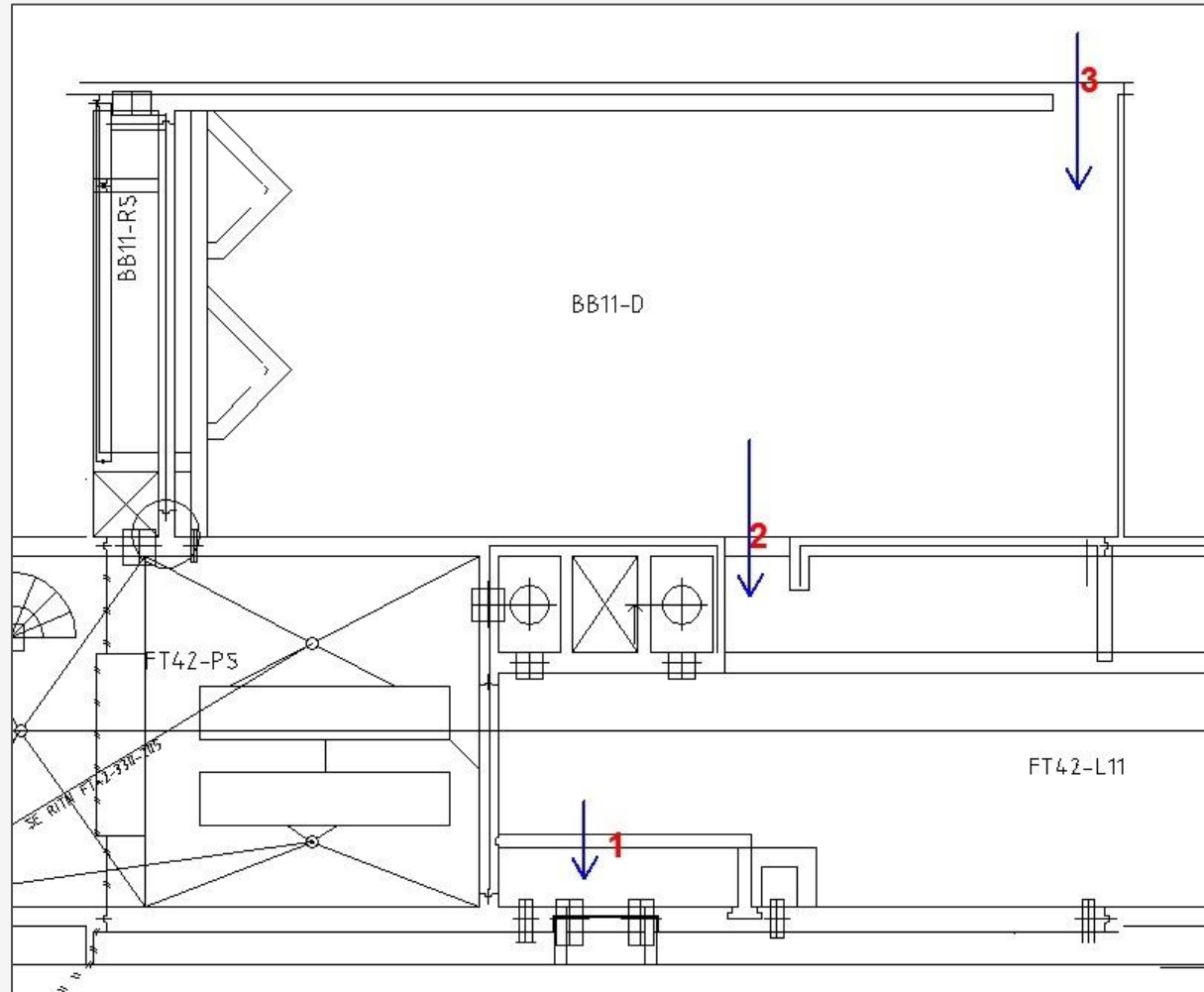
— K3

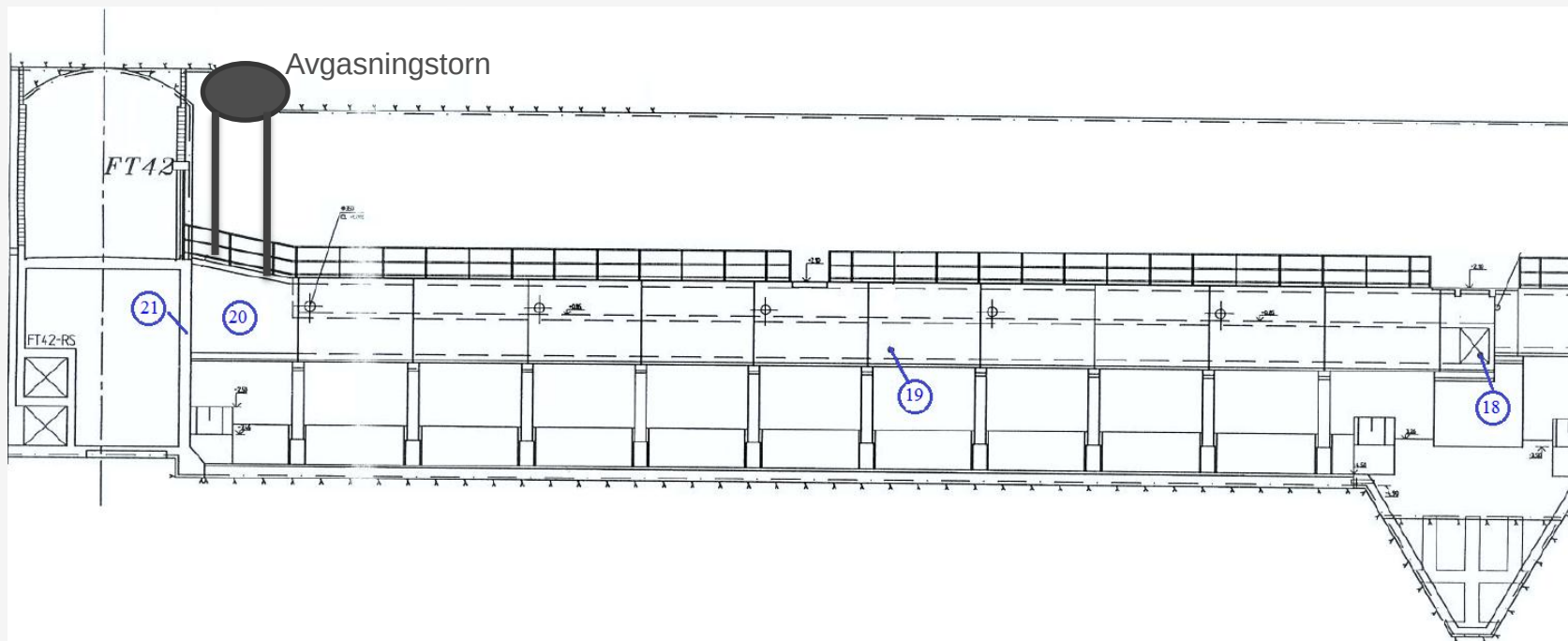
– BB11



Vatten från BB11
oxidations-zon

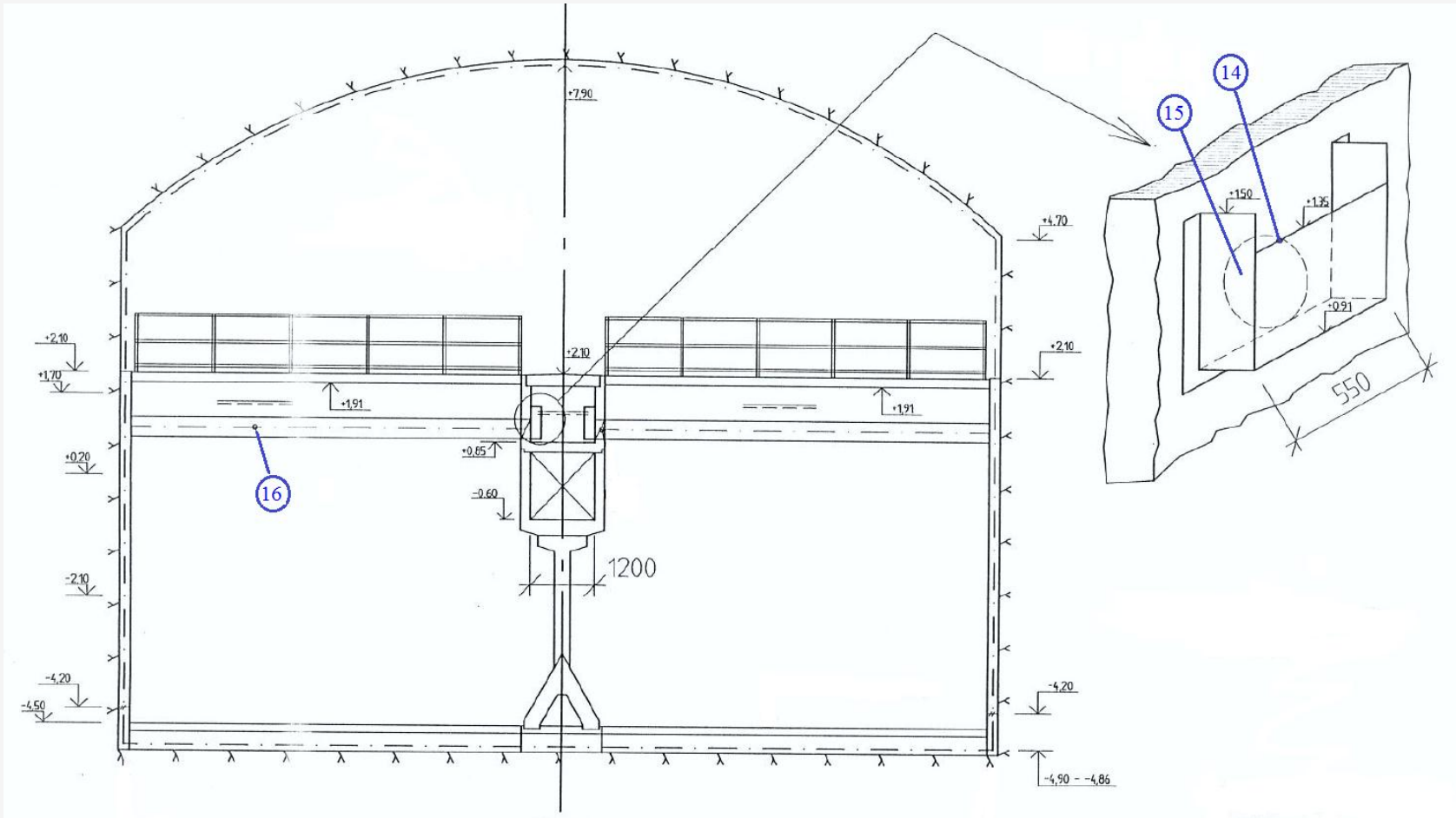
- BB11-D Deox-zon
- FT 42
- ES 11





Vatten från FT42 till

- Inloppskanal
- utloppsrännor
- utströmningsrännor



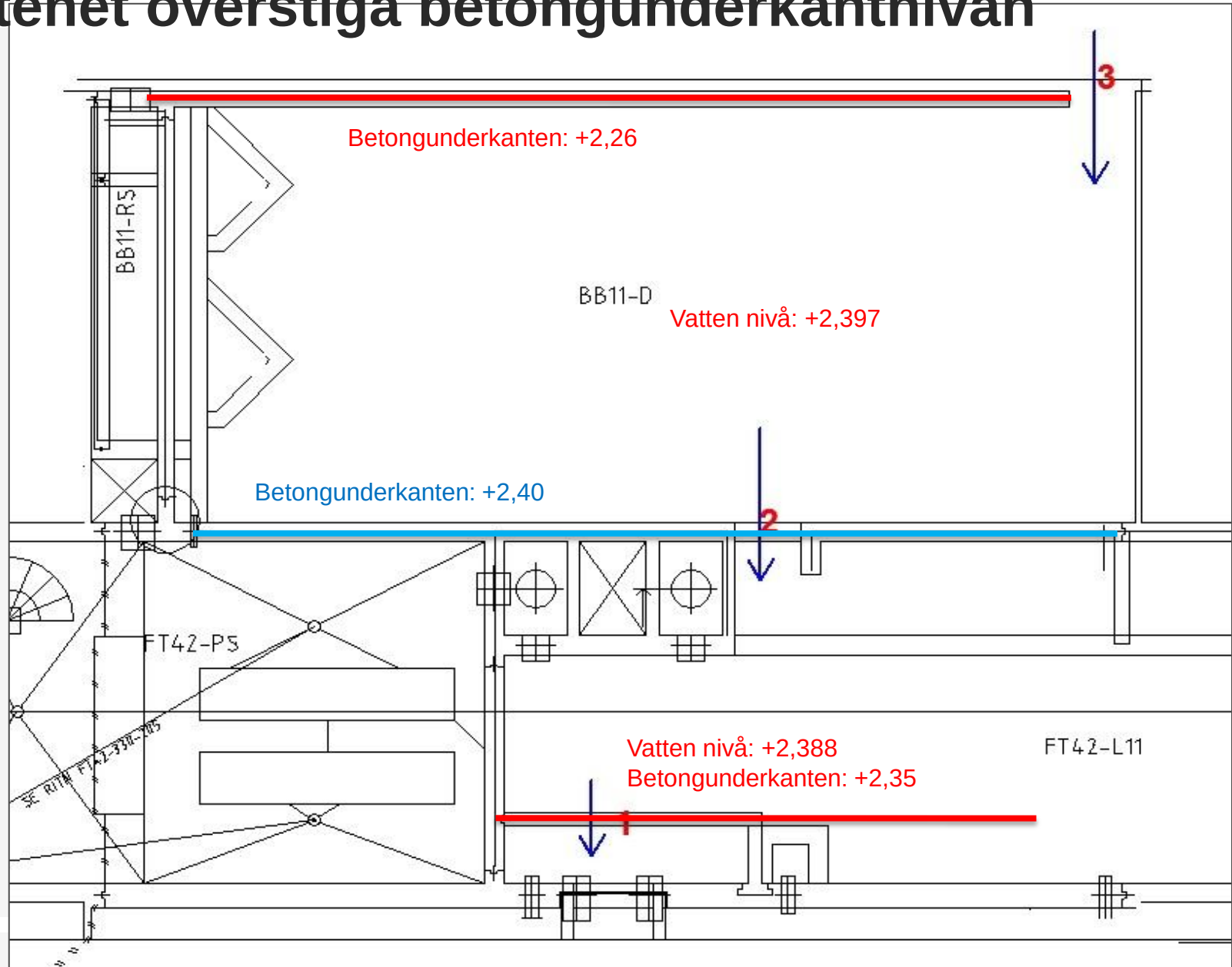
Sammanfattning hyd. beräkningar

Avgasningstornet installeras mellan BB11 och ES11. Förlust vid avgasningstornet: 0,4m

BB 11

Anläggningsdel	Kapitel (Nr)	Flöde (m ³ /h)	Vatten nivå (m)	Vatten nivå (avgasning) (m)	Betongunderkanten (m)	Betongöverkanten (m)
FT 42	4.1	3456	+ 1,988	+ 2,388	+ 2,350	+ 2,760
BB11-D	4.2	3456	+ 2,000	+ 2,397	+2,26 ~ +2,40	+ 2,700
BB11-O	4.3	6912	+ 2,011	+ 2,406	+2,26 ~ +2,75	+ 2,560
BB11-A	4.4	6912	+ 2,031	+ 2,426	+ 2,750	+ 3,050
K3	4.5	6912	+ 2,052	+ 2,448	+ 2,750	+ 3,050
Inblandningskammare	4.6	6912	+ 2,083	+ 2,479	+ 2,750	+ 3,050
K2	4.7	6912	+ 2,116	+ 2,512	+ 2,750	+ 3,050
K1	4.8	6912	+ 2,145	+ 2,541	+ 2,750	+ 3,050
RN	4.9	5760				
	4.10	2304 - 3456	+ 2,220	+ 2,617	+ 2,750	+ 3,050
Inloppskanal	4.11	2304	+ 2,221	+ 2,617	+ 2,750	+ 3,050
Inloppsskibord	4.12	2304	+ 2,558	+ 2,549	+ 2,750	+ 3,050
RS	4.13	1152	+ 2,181	+ 2,576	+ 2,750	+ 3,050

Vattenet överstiga betongunderkantnivån



Förslag på åtgärder

- Bredd på skibordet i FT 42
- Öka storleken på: öppningen mellan BB11-O och BB11-D

öppningen mellan BB11-D och FT 42

Anläggningsdel	Befintlig		Förslag för förändringar	
	Bottennivå	Bredd (m)	Bottennivå	Bredd (m)
Skibord i FT42		3,5		10,5
Lucka m. FT42 och BB11-D	-0,5	1,0	-0,5	1,0
Öppning m. BB11-D och BB11-OA	-3,9	1,0	-3,9	1,0

Anläggningsdel	Kapitel (Nr)	Flöde (m ³ /h)	Vatten nivå (m)	Vatten nivå (avgasning) (m)	Betongunderkanten (m)	Betongöverkanten (m)
FT 42	4.1	3456	+ 1,988	+ 2,239	+ 2,350	+ 2,760
BB11-D	4.2	3456	+ 2,000	+ 2,248	+2,26 ~ +2,40	+ 2,700
BB11-O	4.3	6912	+ 2,011	+ 2,258	+2,26 ~ +2,75	+ 2,560
BB11-A	4.4	6912	+ 2,031	+ 2,278	+ 2,750	+ 3,050
K3	4.5	6912	+ 2,052	+ 2,300	+ 2,750	+ 3,050

Sammanfattning hyd. beräkningar

ES 11

Anläggningsdel	Kapitel (Nr)	Flöde (m ³ /h)	Uppströmsnivå (m)	Betongöver- kanten (m)	Betongunder- kanten (m)
Skibord i utströmningsrännor	5.1	115,2	+ 1,448	+ 2,100	+ 1,910
Utlopp från rännorna	5.2	115,2	+ 1,454	+ 2,100	+ 1,910
Hål i utströmningsrännor	5.3	6,4	+ 1,558	+ 2,100	+ 1,910
Hål i utloppstännor	5.4	288	+ 1,610	+ 2,100	+ 1,910
Utlopp från kanal	5.5	1728	+ 1,621	+ 2,100	+ 1,910
Inloppskanal	5.6	3456	+ 1,633	+ 2,100	+ 1,910
Sektionsförändring	5.7	3456	+ 1,647	+ 2,100	+ 1,910
Dränkt öppning vid inlopp	5.8	3456	+ 1,690	+ 2,100	+ 1,910

Slutsats

- Med det maximala inflödet $2xQ_{dim}$, överströmmar vatten inte över betongöverkanten.
- Vattennivå uppnåddes över betongunderkanten i FT42, BB11-D och inloppet till BB11-D.
- Att hålla en jämn hydraulisk belastning i alla bioblocken, behöver en temporär lösning undersökas och utvecklas.

Processtekniska beräkningar

- Avgasningstornet kan installeras
- Hydrauliken ser bra ut
- Hur ser processen ut?

Processtekniska beräkningar har utförts för att utreda följande huvudfrågor:

1. Vad innebär införandet av avgasningen för BB11?
2. Är införandet av avgasningen tillräckligt för att bemöta Käppalaverkets framtida utmaningar?

Avgasning i BB11

- En traditionell processdimensionering har utförts för BB11 för nuvarande processlösning, fördenitrifikation, motsvarande en belastning om 700 000 pe
- I och med införandet av avgasningen finns en stor kapacitet inom befintliga volymer
- Processdimensioneringen visar att den begränsande faktorn för långtgående kväverening är fördenitrifikationen där nitratrecirkulationen är begränsande
- För att nå 5 mg Tot-N/l med befintlig processlösning krävs någon form av efterpolering av kväve
- Införandet av avgasningen är därför ett steg mot att möta framtida krav
- I och med införandet av avgasningen kan dock volymerna användas på ett annat sätt

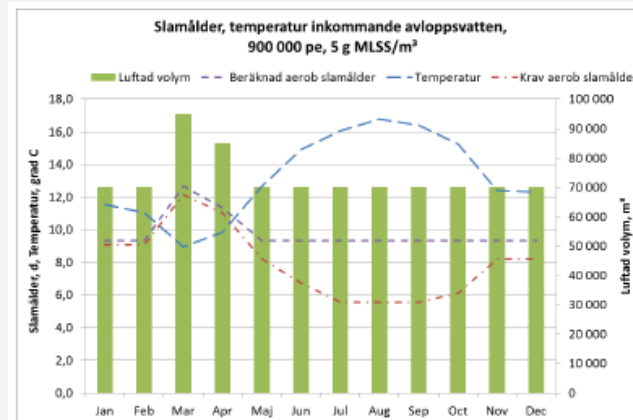
Avgasning och eftersedimentering

- Biogradex har beräknat kapaciteten på eftersedimenteringen
- Biogradex rekommenderar inte en högre slamhalt än 3,0 vid flödet 55 000 m³. Återstår att utvärdera i pilotförsöket!

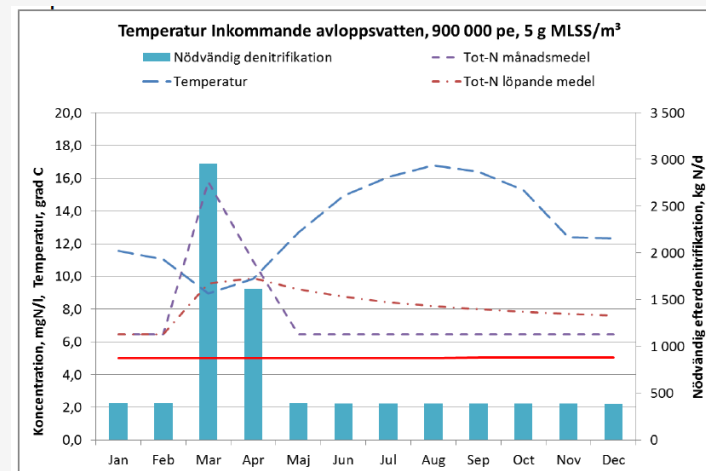
Parameter	Enhet	Värde	Värde	Värde
Flöde	m ³ /d	18 800	27 650	55 000
Area eftersedimentering	m ²	1 440	1 440	1 440
Slamhalt	kg/m ³	6,0	5,0	3,0
Slamytbelastning	kg MLSS/m ² ,d	78	96	115
	kg MLSS/m ² ,h	3,25	4,00	4,79

Käppalaverket 900 000 pe

- Översiktliga processberäkningar har utförts för Käppalaverket 900 000 pe
- Befintliga volymer räcker till för att möta en belastning om 900 000 pe vid en slamhalt om 5-6 g MLSS/l
- Aerob slamålder kan upprätthållas inom befintliga volymer vid 5 mg MLSS/l
- Begränsningar för kvävereningen är fördenitrifikationen
- För att nå 5 mg Tot-N/l måste ytterligare åtgärder till, ex. efterdenitrifikation



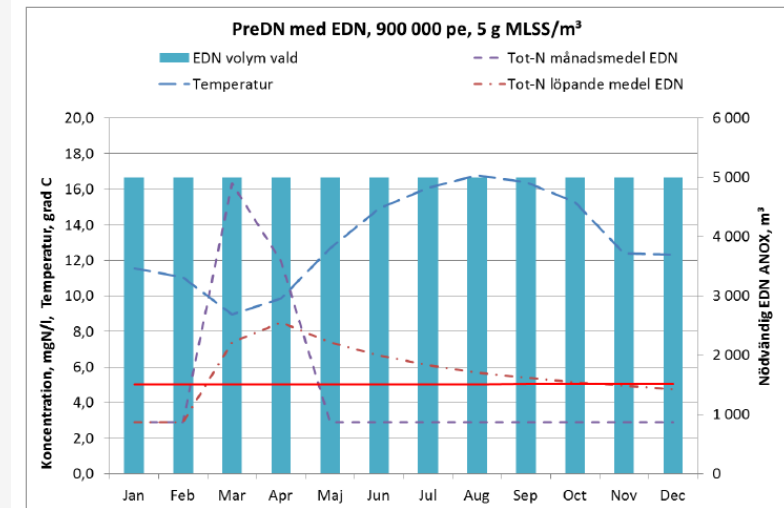
Figur 5-2: Beräknad aerob slamålder månadsvis samt nödvändig luftad volym för 5 g MLSS/l i biosteget. Gemensam y-axel för slamålder och temperatur.



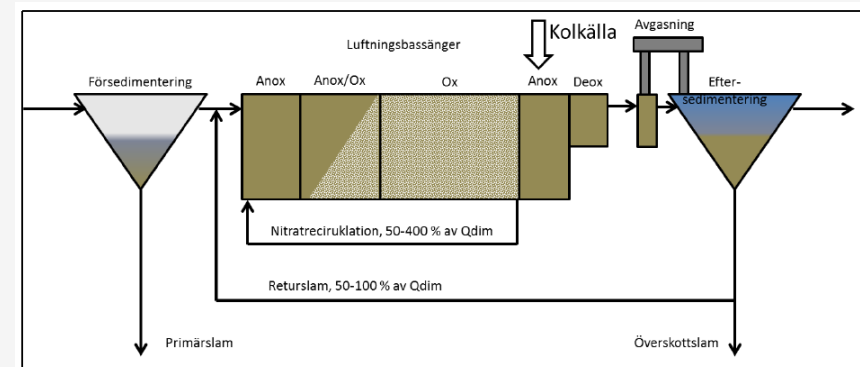
Figur 5-5: Utgående Tot-N månadsvis samt löpande medelvärde, nödvändig efterdenitrifikation för 5 g MLSS/l i biosteget. Gemensam y-axel för koncentration och temperatur.

Käppalverket 900 000 pe

- Möjligt att införa en efterdenitrifikationszon inom befintliga volymer?
- Ja, i och med införandet av avgasningen kan luftningsbassängerna modifieras för EDN – befintliga volymer är tillräckliga



Figur 5-8: Utgående Tot-N som månadsmedel med EDN samt som årsmedel med EDN med en EDN volym om 5000 m³



Sammanfattning

- Anläggningstekniskt finns lösningar för införandet av avgasning
- Hydrauliskt ser det bra ut
- Processmässigt ger avgasningen goda möjligheter att utveckla Käppalaverket för framtida krav

Kostnadsberäkningar

- **Biogradex:** Har lämnat offert på helhetsåtagande. Tillgång till patenterade maskinen och tillämpning i BB11. Leverans, installation och garantier mm: **11 Mkr**
- **Bergarbete:** Svårberäknad ty komplicerat arbete. Erfaren bergentreprenör har lämnat pris: **2,0-2,6 Mkr**
- **Byggarbete:** Arbetsplattform, demontering och montering, gjutning av nya betongarbeten: **1 Mkr**
- **Maskin, el- och automation:** Inloppspump, åtgärder slamskrapor ES11: **1,76 Mkr**

Kostnadsberäkning

Kostnadspost	Enhet	Värde	Kommentar
Bergarbete, inkl. ventilation	kr	2 600 000	
Etablering för berg	kr	520 000	20 % av bergarbete
Byggarbete	kr	1 000 000	
Maskin	kr	962 000	
El och automation	kr	114 000	40 % av maskinkostnaden
Oförutsett, 15 %	kr	780 000	
Entreprenadkostnad		5 976 000	
Projektering, administration etc. 20 %	kr	1 195 500	
Anläggningskostnad	kr	7 172 000	
Åtagande av Biogradex	kr	11 000 000	Enligt Biogradex offert, bilaga 2.
Totalt uppskattad anläggningskostnad	kr	18 172 000	

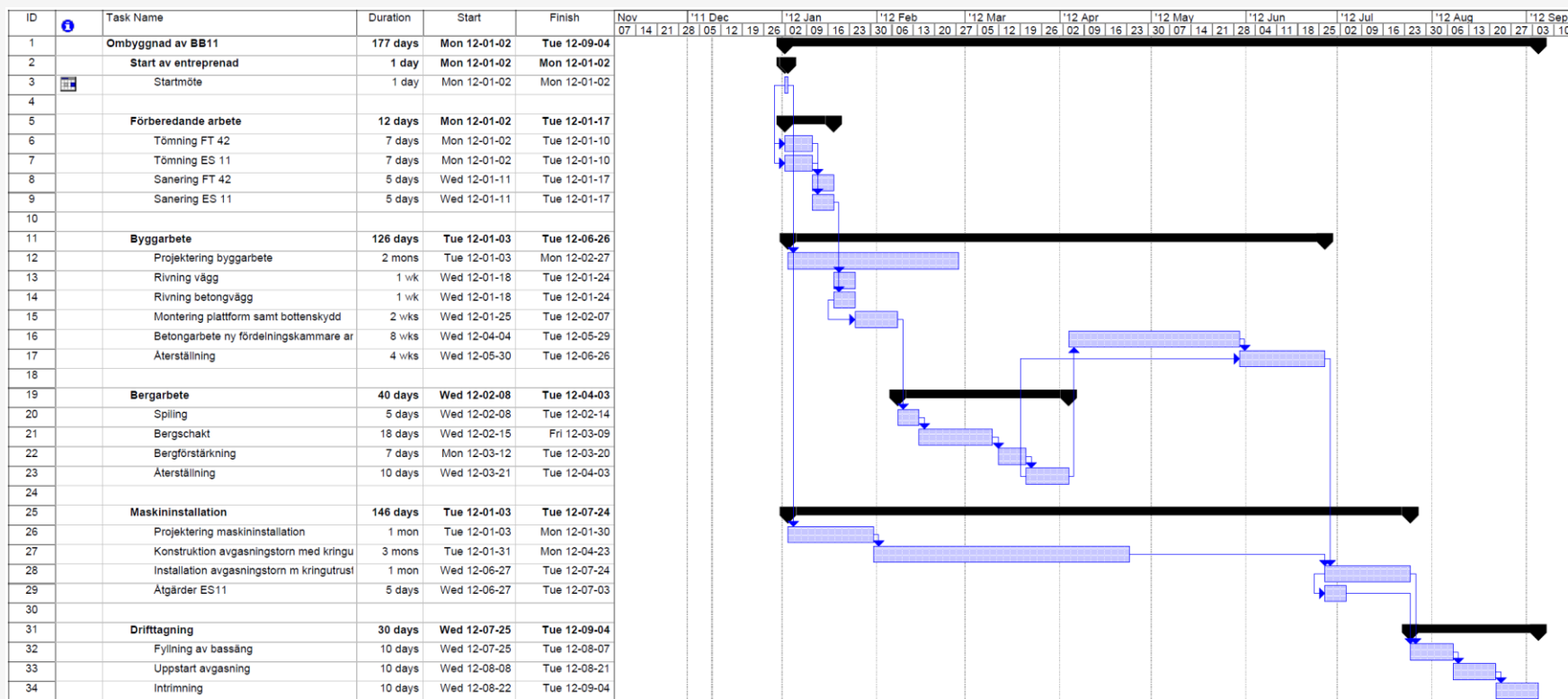
Drift- och underhållskostnader

Grova drift- och underhållskostnader har beräknats.

Kostnadspost	Enhet	Värde	Kostnad
Energi			
Vakuumpump	kWh/d	888	
Inloppspump	kWh/d	201	
Slamskrapa	kWh/d	48	
Summa energi	kWh/d	1 137	
Kostnad energi	kr/år		390 439
Underhåll			
Berg	%	1	43 062
Bygg	%	1	13 802
Maskin	%	3	39 832
El- och automation	%	3	4 720
Summa underhållskostnad	kr/år		101 417
Summa drift och underhållskostnad	kr/år		491 856

Genomförande

Utförande beräknat till 8 månader



Slutsats återkoppling till syfte

1. Är avgasningen tillämpbar i BB11 och därmed i resten av anläggningen? OK
2. Vilka processtekniska förutsättningar finns för införandet av avgasning? OK
3. Vilka är de bergtekniska förutsättningarna för att införa avgasning och vilka åtgärder och metoder finns som kan användas vid införandet? OK
4. Hur skulle ett projekt läggas upp med avseende på samarbetsform med det polska företaget Biogradex? OK
5. Hur ser kostnadsbilden ut för investeringen i avgasningstekniken? OK
6. Hur ser genomförandet ut för installationen av avgasningstekniken? OK

Frågor, synpunkter?

